

Министерство образования Республики Башкортостан
ГАПОУ Стерлитамакский колледж строительства и профессиональных
технологий

РЕФЕРАТ

на тему:

«РАЗРУШАЮЩИЕ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА»

Выполнила: Горская Г.И.

Студентка группы ПСК-41

Преподаватель: Андрющенко Н.Ю.

Стерлитамак 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Введение	3
2. Разрушающие и неразрушающие методы качества прочности бетона	4
3. Определение прочности бетона разрушающими методами	5
4. Определение прочности бетона неразрушающими методами	10
5. Варианты локальных разрушений	12
6. Ударные методы воздействия	14
7. Ультразвуковой способ	17
8. Заключение	19
Список литературы	20

1 ВВЕДЕНИЕ

Бетоном является строительный каменный материал искусственного происхождения, который получается в процессе отверждения правильно подобранной уплотненной смеси связующих веществ (цемент, песок, щебень, вода и др. заполнители). Для увеличения способности к противостоянию агрессивным средам и усиления прочностных свойств используют специальные добавки. Смесь всех этих компонентов до того, как она затвердела, принято называть смесью.

Каменная основа образуется за счет песка и щебня. После добавления в смесь воды образуется цементное тесто, которое заполняет промежутки между песком и щебнем, обволакивая их, и выполняет изначально функцию смазки для заполнителей, при помощи которой смесь становится подвижной (текучей). В процессе отверждения зерна заполнители связываются, образуя искусственный монолитный камень, называемый бетоном. При сочетании с арматурой из стали получаемую конструкцию называют железобетонной.

Определение прочности бетона является очень важным фактором. Эксплуатационные параметры данного материала зависят именно от этого качества. Прочностью является способность противостоять внешним агрессивным средам и механическим силам. При строительстве и обследовании конструкций из железобетона прочность на сжатие – самый контролируемый параметр.

Цель работы: ознакомиться с разрушающими и неразрушающими методами определения прочности бетона.

Объект исследования: бетонные изделия и конструкции.

Методы исследования: теоретические (анализ, синтез, обобщение).

Предполагаемые результаты исследования: приобретение знаний и умений в области неразрушающих и разрушающих методов определения прочности бетона.

2 РАЗРУШАЮЩИЕ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Разрушающие (испытания на прессе):

- изготовление образцов из бетонной смеси
- выпиливание образцов из эксплуатируемой бетонной конструкции

Неразрушающие:

- *Механические:*
 - по диаметру отпечатка штампа
 - по усилию га выдергивание или забивание стержня в бетон
- *Физические:*
 - по динамическому модулю упругости бетона – резонансный
 - по скорости распространения ударной волны – ударный
 - ультразвуковой

Методы контроля прочности путем испытания бетонных образцов, изготавливаемых отдельно от конструкции, имеют существенные недостатки. К ним, в частности, относятся:

1. Условия укладки, уплотнения и твердения бетона в образцах и сооружениях или конструкциях различны.
2. Так как объем испытываемых образцов в 1000 – 10000 раз меньше объема бетонируемой конструкции, то надежность контроля невелика.
3. Применяемые методы не позволяют оценить однородность бетона в конструкции.
4. При испытании образцов нельзя проконтролировать изменения прочности, происходящие в процессе эксплуатации конструкции.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА РАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ

Сущность методов: прочность бетона определяют измерением минимальных усилий, разрушающих выбуренные или выпиленные из конструкций образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки, и последующем вычислении напряжений при этих усилиях в предположении упругой работы материала.

Форма и номинальные размеры образцов в зависимости от вида испытаний бетона должны соответствовать ГОСТ 10180 /1/:

Таблица 1

Метод	Форма образца	Размеры образца, мм
1. Определение прочности на сжатие и на растяжение при раскалывании	Куб	Длина ребра: 100; 150; 200; 300
	Цилиндр	Диаметр d: 100; 150; 200; 300 Высота h=2d
2. Определение прочности на осевое растяжение	Призма квадратного сечения	100x100x400; 150x150x600; 200x200x800
	Цилиндр	Диаметр d: 100; 150; 200; 300 Высота h=2d
3. Определение прочности на растяжение при изгибе и при раскалывании	Призма квадратного сечения	100x100x400; 150x150x600; 200x200x800

Допускается применять цилиндры диаметром от 44 до 150 мм:

- высотой от 0,8 до 2,0 диаметров при определении прочности на сжатие;
- высотой от 0,4 до 2,0 диаметров при определении прочности на растяжение при раскалывании;
- высотой от 1,0 до 4,0 диаметров при определении прочности на осевое растяжение.

За базовый при всех видах испытаний принимают образец с размерами рабочего сечения 150x150 мм.

Минимальный размер образца (диаметр и высота цилиндра, ребро куба, сторона поперечного сечения призмы) должен превышать максималь-

ный номинальный размер крупного заполнителя, использованного для изготовления бетона конструкции, из которой отбирают образец для испытаний, если он не превышает 70 мм не менее чем:

в 2 раза - для образцов, испытываемых на сжатие;

в 3 раза - для образцов, испытываемых на растяжение.

Образцы испытывают сериями. Число образцов в каждой серии должно соответствовать приведенному в таблице 2.

Таблица 2

Минимальный размер образца, мм	≥ 90	61-80	≤ 60
Число образцов в серии	2	3	4

Отбор проб и изготовление образцов

Пробы бетона для изготовления образцов отбирают путем выпиливания или выбуривания из конструкции или ее частей.

1. Места отбора проб бетона следует назначать после визуального осмотра конструкций с учетом минимально возможного снижения их несущей способности. Пробы рекомендуется отбирать из мест, удаленных от стыков и краев конструкций.

2. После извлечения проб места выборки следует заделывать мелкозернистым бетоном или бетоном, из которого изготовлены конструкции.

3. Выпиливать и выбуривать пробы бетона из конструкций зданий и сооружений следует алмазными дисковыми пилами или коронками, а также твердосплавным инструментом.

4. Участки для выбуривания или выпиливания проб бетона следует выбирать в местах, свободных от арматуры. При невозможности отбора проб без арматуры допускается наличие арматуры диаметром не более 16 мм в образцах с минимальными размерами поперечного сечения не менее 100 мм.

При этом не допускается наличие арматуры:

- в образцах, предназначенных для определения прочности бетона на сжатие и осевое растяжение;

- в средней трети пролета в образцах-призмах, предназначенных для определения прочности бетона на растяжение при изгибе;
- на расстоянии менее 30 мм от предполагаемой плоскости раскола в образцах, предназначенных для определения прочности на растяжение при раскалывании.

5. Места отбора проб бетона, размер и число проб, число серий образцов, изготавливаемых из этих проб, следует принимать при производственном контроле прочности по ГОСТ 18105 /2/, а в других случаях - по документам, содержащим планы контроля и правила оценки результатов, либо устанавливать экспертным путем.

Каждая проба бетона (высверленный керн, выпиленная или вырубленная заготовка) должна быть замаркирована и описана в протоколе.

Из проб бетона, отобранных из конструкций, изготавливают контрольные образцы для испытаний. Изготовленные образцы должны иметь маркировку, отражающую их принадлежность к определенным пробам бетона, а также дополнительную маркировку образца по ГОСТ 10180 /1/. Образцы должны сопровождаться схемой, ориентирующей положение образца в конструкции, из которой он отобран, и направление бетонирования конструкции.

Оборудование для изготовления образцов:

Для выбуривания образцов из бетона конструкций применяют сверлильные станки типа ИЭ 1806 (см. рисунок 1) с режущим инструментом в виде кольцевых твердосплавных или алмазных сверл.

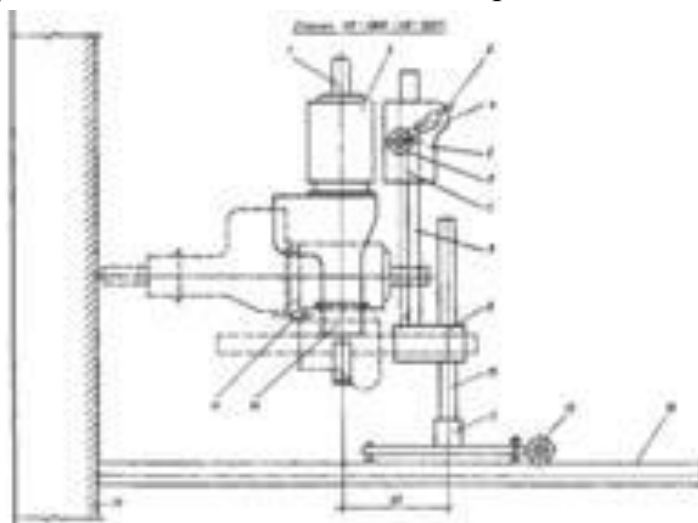


Рисунок 1 - Сверлильный станок типа ИЭ 1806

Для выпиливания образцов из бетона конструкций применяют распиловочные станки типов УРБ-175 с режущим инструментом в виде отрезных алмазных дисков или алмазных сегментных кругов.

Средства измерений, испытательные машины, устройства и приспособления для испытаний на сжатие и растяжение следует принимать по ГОСТ 10180 /1/.

Подготовка к испытаниям

Перед испытанием образцы осматривают, устанавливая наличие дефектов в виде трещин, сколов ребер, раковин и инородных включений, а также следов расслоения и недоуплотнения бетонной смеси. Результаты визуального осмотра записывают в журнал испытаний. В случае необходимости фиксируют схему расположения и характеристику дефектов и в соответствии с ГОСТ 10180 /1/ принимают решение о возможности испытания образцов или об их отбраковке.

На образцах выбирают и отмечают грани, к которым должны быть приложены усилия в процессе нагружения. При этом следует:

- опорные грани образцов-кубов, предназначенных для испытания на сжатие, выбирать так, чтобы сжимающая сила при испытании совпадала с направлением сжимающей силы, действующей при эксплуатации на конструкцию, из которой отработан образец;
- плоскость изгиба образцов-призм при испытании на растяжение при изгибе следует выбирать так, чтобы она совпадала с плоскостью изгиба конструкции при ее эксплуатации.

Результаты измерений линейных размеров образцов записывают в журнал испытаний.

Перед испытанием образцы взвешивают для определения их средней плотности по ГОСТ 12730.1 /3/.

Все образцы одной серии должны быть испытаны в одном возрасте.

Проведение испытаний

Испытание образцов на сжатие и все виды растяжения, а также выбор схемы испытания и нагружения производят по ГОСТ 10180 /1/.

Обработка результатов

Прочность бетона испытанного образца с точностью до 0,1 МПа, при испытании на сжатие и с точностью до 0,01 МПа, при испытаниях на растяжение вычисляют по формулам:

На сжатие
$$R = \alpha \frac{F}{A} K_W$$

На осевое растяжение
$$R_t = \beta \frac{F}{A} K_W$$

На растяжение при скалывании
$$R_{\pi} = \gamma \frac{2F}{\pi A} K_W$$

На растяжение при изгибе
$$R_{fb} = \delta \frac{Fl}{ab^2} K_W$$

где F - разрушающая нагрузка, Н;

A - площадь рабочего сечения образца, мм²;

a, b, l - ширина, высота поперечного сечения призмы и расстояние между опорами соответственно при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм;

a, b, g, d - масштабные коэффициенты для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы;

K_W - поправочный коэффициент для ячеистого бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания.

Отчет об испытаниях должен состоять из протокола отбора проб, результатов испытания образцов и иметь ссылку на настоящий стандарт.

Применение разрушающих методов при экспертной оценке прочности материала в реальных конструкциях затруднительно, а зачастую просто невозможно, так как процесс извлечения образцов из конструкции для испытания сопряжён с определёнными сложностями. Количество извлекаемых образцов, как правило, бывает ограниченным, причём в них не всегда удаётся сохранить ненарушенной структуру материала. В процессе выпиливания возникают микроразрушения на поверхности образцами полученная прочность может быть занижена. Кроме того, сам процесс извлечения образцов сопряжён с травмированием обследуемой конструкции.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ

Неразрушающий контроль- это такой вид контроля параметров и свойств, который не должен приводить к нарушению пригодности бетона к последующей эксплуатации или использованию. Контроль неразрушающего типа приобретает особую важность при возведении и во время эксплуатации особо важных компонентов, конструкций или изделий.

Проводя определение прочностных показателей при помощи неразрушающих методов контроля, очень важно понимать, что результаты всех этих методов основаны на косвенных характеристиках. Отдать предпочтение тому или иному методу невозможно, они все имеют свои плюсы, минусы и ограничения применения. Для более точного определения передвижная дорожная лаборатория должна быть оснащена аппаратами неразрушающего контроля, включающими все методы контроля. Начальный этап существования здания характеризуется осуществляемым контролем на соответствие линейных размеров проекту и отсутствие значительных отклонений от норм и правил строительства.

Для этого используют:

- всевозможные линейки;
- нутромеры;
- рулетки;
- скобы;
- штангенциркули;
- микроскопы;
- щупы и др. специальное оборудование.

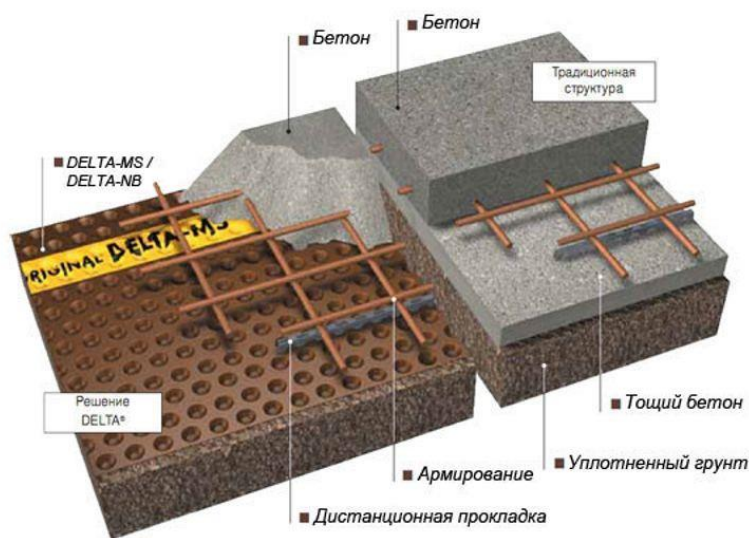


Схема защиты

Отклонения конструкций от допустимых горизонтальных и вертикальных показателей обычно измеряются:

- нивелиром;
- теодолитом;
- поверочной линейкой.

В уже построенных зданиях прочностные показатели отдельных элементов конструкции обычно определяются двумя методами.

1. В одном из них конструкцию нагружают вплоть до момента ее разрушения, определяя таким образом максимальную несущую способность. Но такой метод является очень дорогостоящим и нецелесообразным с экономической точки зрения.

2. Намного привлекательнее и более удобнее неразрушающие методы, в которых подразумевается использование специальных приборов для оценки состояния конструкций. Такие случаи подразумевают обработку полученных результатов и значений с помощью специальных компьютерных программ, позволяющих с достаточной точностью получать значения конечных характеристик.

Допустимая погрешность при проведении испытаний – наиболее весомый фактор определения методов и средств контроля и измерений. При этом очень важны легкость в обработке результатов и удобство в проведении работ.

Неразрушающие методы опираются на косвенные показатели:

- отпечаток;
- напряжение, приводящее к частичным (локальным) разрушениям конструкции;
- энергия, затрачиваемая при ударе.

Подробнее о наиболее часто применяемых методах контроля неразрушающего типа для бетона и др. строительных материалов будет описываться далее.

5 ВАРИАНТЫ ЛОКАЛЬНЫХ РАЗРУШЕНИЙ

Такие неразрушающие методы для контроля прочности являются самыми точными, так как в них разрешается использование универсальной градуировочной зависимости, которая подразумевает изменение всего двух параметров:

- степень крупности заполнителя, которая принимается равной 1,0, если крупность меньше чем 5,0 см и 1,1, если крупность больше 5,0 см;
- тип (легкий или тяжелый).

Схема видов бетона



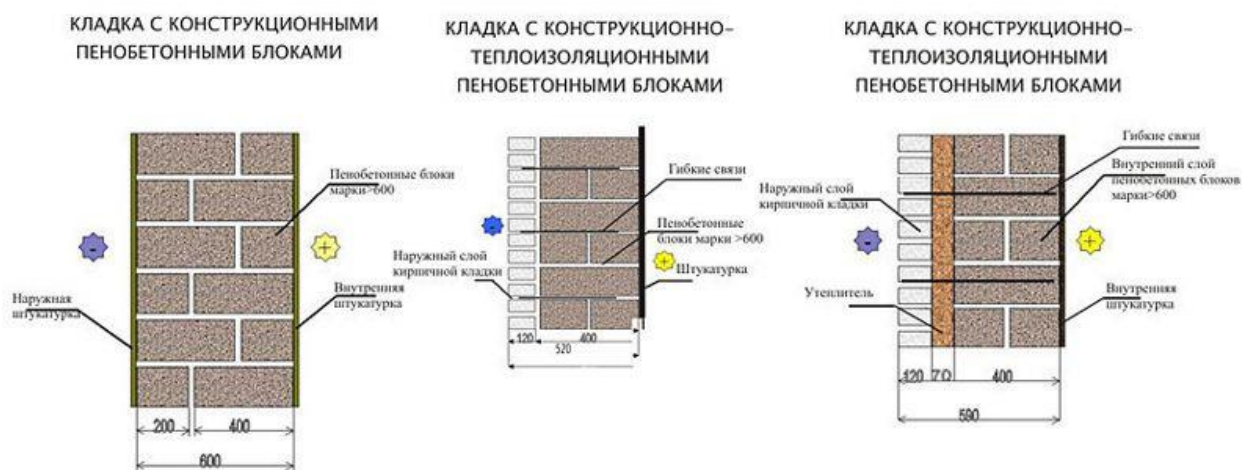
Способ отрыва со сколом и способ скола конструктивного ребра характеризуется регистрацией усилий, необходимых для скола части ребра конструкции или локального разрушения бетона по ходу выдергивания из него анкерной конструкции.

Способ отрыва со сколом – единственный метод неразрушающего контроля прочности, для которого стандартами предусмотрены градуировочные зависимости. Этот метод наиболее точен, однако обусловлен большими трудозатратами, которые необходимы для бурения шпуров и установки анкеров. Главным минусом этого метода является невозможность применения в конструкциях, имеющих густое армирование и тонкие стены.

В конструкциях с густым армированием, когда способ отрыва со сколом и способ скалывания ребра невозможно использовать, прочность бетона можно определить методом отрывания металлических дисков. Он довольно точный, но гораздо менее трудоемкий в сравнении со способом отрыва со сколом. К минусам метода относят требование в наклеивании дисков за несколько часов до начала испытаний. Время зависит от условий и используемого клея.

Способ скола конструктивного ребра обычно применяется для определения прочности линейных элементов (колонны, сваи, балки, ригели, перемычки). Для начала испытаний требуются предварительные подготовительные работы. Причем при нарушениях защитного слоя и защитном слое, имеющем толщину менее 2,0 см, способ недопустим.

Схема кладки из пенобетона



Метод отрывания металлических дисков характеризуется регистрацией напряжений, необходимых для локальных бетонных разрушений во время отрыва от его поверхности стального диска, равных усилиям, затрачиваемым на отрыв, деленных на проекционную площадь отрываемой бетонной поверхности на плоскость диска. В современной жизни этот метод применяется очень редко.

К недостаткам способов определения прочности путем локальных разрушений относятся:

- большая трудоемкость;
- невозможность применения на участках с густым армированием;
- необходимость в определении осей арматуры и глубин их расположения;
- частичные повреждения целостной конструкции.

6 УДАРНЫЕ МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля прочности бетона является способ ударного импульса (см. рисунок 2).

В этом методе производят регистрацию энергии удара, которая возникает в тот момент, когда боек соударяется с бетонной поверхностью.

Оборудование, применяемое в данном методе, характеризуется относительно малым весом и объемом занимаемого пространства. Да и определить прочность бетона способом ударного импульса достаточно просто. Все результаты выражаются в тех же единицах измерения, что и прочность на сжатие. Согласно замерам также производят определение класса бетона, производят измерения прочности под разными углами к плоскости объекта, переносят полученные результаты на компьютер.

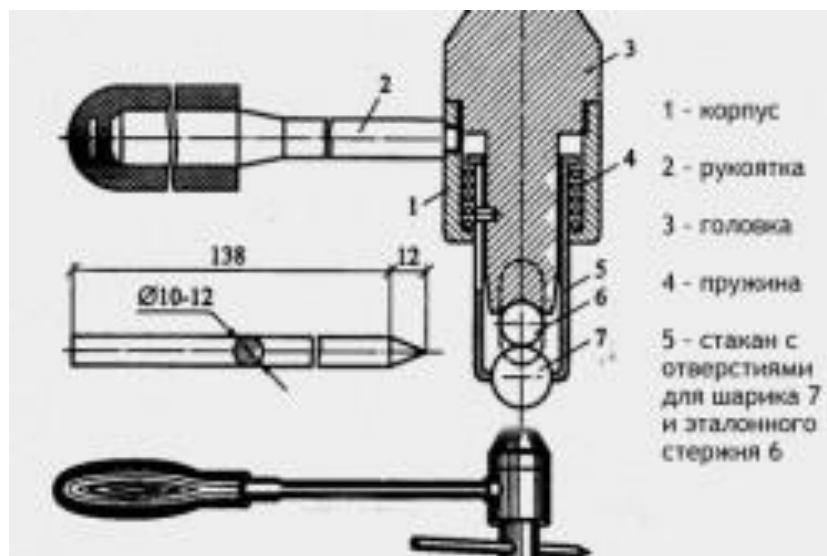


Рисунок 2 - Молоток Кошкарлова является одним из методов определения прочности бетона

Ударными импульсами называют волны малой энергии, получаемые в результате удара, которые генерируются при помощи подшипников, качения из-за изменений давления и соударения в зоне качения в период работы подшипников и распространяются в элементах подшипника, узле подшипникового механизма и соприкасающихся с ним деталей.

Использование способа ударного импульса имеет следующие основные функции:

- заблаговременные предупреждения об изменениях в условиях смазки подшипников для выполнения работ по замене смазки согласно ее фактическому состоянию;

- заблаговременные предупреждения об изменениях в работе подшипников из-за воздействия различных внешних факторов для выполнения мероприятий по их устранению вовремя и в срок (к примеру, дисбаланс, перегрузки и т. п.);
- заблаговременные предупреждения о дефектах, возникающих в подшипниках, для проведения работ по своевременной их замене;
- доведение до минимума времени простоя оборудования;
- доведение до минимума рисков, связанных с отказами оборудования. Обеспечение надежной работы.

Способ упругого отскока представляет собой величину обратного отскока, получаемую в результате соударения ударника с бетонной поверхностью. Склерометр Шмидта и различные его аналоги являются наиболее распространенными приборами для проведения испытаний этим методом. Измерение поверхностной твердости бетонной конструкции является основой метода упругого отскока и метода пластической деформации.

Изначально способом упругого отскока определяли твердость металлов. Испытания проводят при помощи приборов, носящих название склерометры, которые представляют собой молотки пружинного типа со штампами в виде сферы. Пружинная система молотка не препятствует свободному отскоку ударника после соударения с бетонной поверхностью или со стальной пластинкой, прижимаемой к бетону. Шкала со стрелкой на приборе фиксирует путь ударника во время его обратного отскока. Сила удара молотком должна составлять не меньше, чем 0,75 Н-м, радиус сферического штампа на конце ударника должен быть не менее 5 мм. Через каждые 500 ударов производят тарировку (проверку) аппарата.

По ходу проведения испытания после каждого соударения делается замер согласно шкале прибора (точность должна составлять одно деление). Результат записывается в специальный журнал ведения работ. Требования, предъявляемые к работам по подготовке мест проведения испытаний (расположение, количество мест ударов и эксперименты для построения кривых тарировки), идентичны требованиям способа пластической деформации.

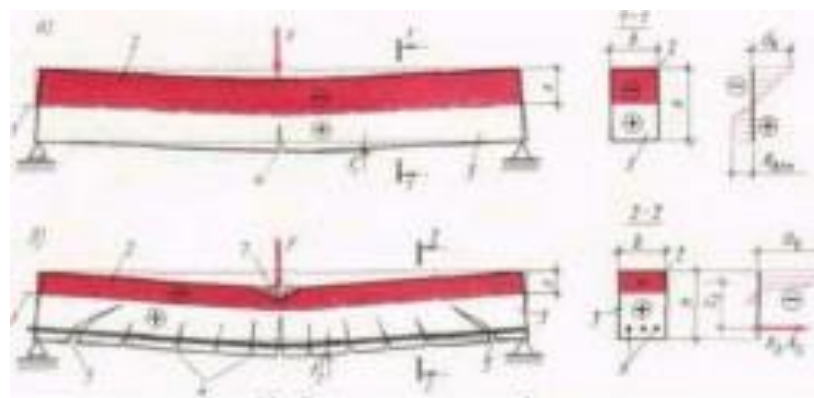


Рис. 13. Схема разрушения балки:
а - бетонной; б - железобетонной; 1 - нулевая (нейтральная) плоскость; 2 - сжатая зона балки; 3 - растянутая зона балки; 4 - нормальные трещины; 5 - наклонные трещины; 6 - стержни арматуры; 7 - растрескивание бетона сжатой зоны

Рисунок 3 - Схема разрушения бетонной балки

Способ пластической деформации характеризуется измерениями отпечатка, оставшегося на бетоне после удара по нему шарика из стали. Этот способ измерения прочности уже устарел, но его используют и сегодня, так как для проведения испытаний не требуется дорогостоящего оборудования.

Наиболее широкое распространение для проведения таких испытаний получил молоток Кашкарова. Принцип работы относительно прост. Молоток оснащается специальным съемным металлическим стержнем, который имеет определенную уже известную прочность. Таким молотком ударяют по бетонной поверхности. Затем полученные в результате удара отпечатки на стержне и бетоне измеряются при помощи углового масштаба. Прочность бетона вычисляется соотношением размеров отпечатков.

Устройства для определения прочности бетона способом пластических деформаций основываются на эффекте вдавливания штампа в бетонную поверхность при ударе либо статическом давлении определенной силы. Их применение ограничено. Приборы ударного действия представляют собой ручные или пружинные молотки со штампом в виде сферы (шарик) и маятниковые приборы со штампом в виде шара или диска.

Штампы приборов должны быть:

- твердостью не меньше чем HRC60;
- шероховатостью Ra меньше 0,32 мкм. Максимальный износ штампа – до 5 мкм;
- с диаметром шарика не меньше чем 10 мм;
- сила удара должна составлять не менее 125 Н-см;
- толщиной диска не меньше чем 1 мм.

7 УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПОСОБ

Этот метод основан на измерении скорости ультразвуковых волн. Испытания проводят способом сквозного ультразвукового прозвучивания (датчики расположены на противоположных сторонах образца, подвергаемого тестированию) и методом поверхностного прозвучивания (датчики ставятся на одной стороне образца).

Способ сквозного прозвучивания ультразвуком позволяет определять прочность не только в слое бетона около поверхности, но и в теле всей конструкции, в отличие от других неразрушающих способов контроля прочности.

Приборы, основанные на ультразвуковых волнах, используются не только для определения прочностных показателей бетона, но и для контроля качества, дефектоскопии и измерения глубины. Ультразвук распространяется в бетоне со скоростью достигающей 4500 м/с – это довольно много.

Градуировочная зависимость скорости распространения ультразвуковых волн и прочности объекта на сжатие определяется индивидуально для каждого состава бетона. Это обуславливается тем, что при определении прочности использование нескольких градуировочных бетонных зависимостей неизвестных или других составов приведет к возможным погрешностям.



Рисунок 4 - Ультразвуковой метод контроля сварных соединений

Зависимость «скорость ультразвуковых волн – прочность бетона» обуславливается влиянием следующих факторов, изменения которых должны учитываться при использовании ультразвукового способа определения прочности:

- зернистость заполнителя и его состав;
- колебания расхода цемента, составляющие более 30 %;
- метод изготовления бетонной смеси;
- уплотненность бетона;

- состояние бетона (напряженное).

Ультразвуковой способ определения прочности доступен для массовых многократных испытаний конструкций, имеющих любую форму, и позволяет производить постоянный контроль увеличения или уменьшения показателей прочности. К недостаткам способа можно отнести погрешность, получаемую во время перехода акустических характеристик в прочностные. Контролировать ультразвуковыми приборами качество высокопрочного бетона невозможно, то есть спектр прочностей бетона ограничен марками от В7,5 до В35 или от 10 до 40 МПа (ГОСТ 17624-87).

8 Заключение

В ходе проделанной работы мы узнали много нового и интересного, касающегося определения прочности бетона разрушающимися и неразрушающимися методами. Рассмотрели все возможные способы методы, их достоинства и недостатки. в области контроля качества бетонных изделий и конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
2. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
3. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (с Поправкой)
4. ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности
5. Баженов Ю. М. Технология бетона: учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов. Издательство «Высшая школа». 1979;
6. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. и др. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. - М.: Изд-во АСВ, 2004;
7. Жуков А.Д. Универсальный справочник прораба. Изд-во НТС "Стройинформ", 2006;
8. <http://www.stroimat92.ru/beton;>
9. <http://www.gsi.ru/catalog.php?id=81;>
10. <http://bibliotekar.ru/spravochnik-100-rastvor/25.htm>.